

Perkembangan Pengukuran Kadester di Sarawak

Saimi @ Saini bin Mahmud *

Fakulti Ukur
Universiti Teknologi Malaysia

Prof. Madya Hj. Abdul Wahid bin Idris

Jabatan Geodesi dan Sains Angkasa
Fakulti Ukur
Universiti Teknologi Malaysia

Abstrak

Semenjak tahun 1968, Sarawak telah menggunakan sistem koordinat dalam unjuran Bentuk Benar Serong di Tepat (BBST) dalam semua kerja pengukuran pemetaan topografi dan kadester. Sebelum itu, hanya kerja pengukuran pemetaan topografi menggunakan koordinat dari unjuran BBST, sementara ukur kadester menggunakan koordinat dari unjuran Cassini. Perubahan sistem ini diharap dapat melicinkan kerja pengukuran dan mengelakkan kekeliruan terhadap nilai koordinat. Dengan perlaksanaan perubahan sistem koordinat ini beberapa langkah telah diambil untuk menyesuaikan data lama dengan yang baru.

1.0 PENGENALAN

Aktiviti pengukuran di Sarawak telah pun bermula sejak zaman pemerintahan keluarga Brooke lagi. Ini terbukti apabila James Brooke sendiri telah merekodkan diskripsi dalam journalnya pada Disember, 1840 yang berbunyi:-

"The island of Borneo measures at its extreme length nine hundred miles, at its greatest seven hundred, and in circumference six thousand. With the exception of Australia, it is the largest island known (Porter)".

Namun demikian aktiviti pengukuran ini bermula dengan lebih serius, teratur dan bersistem apabila Jabatan Tanah dan Ukur ditadbir berasingan dibawah pentadbiran Penguasa Tanah dan Ukur dalam tahun 1925. Di pertengahan dan akhir tahun 1920an fungsi Jabatan Ukur mula diperluaskan dan jumlah kerja ukur yang boleh dikendalikan bertambah agak meluas. Dengan ini sistem pengukuran mula diperkenalkan pada piawai yang sesuai ke seluruh negeri. Dalam tahun 1930 triangulasi utama (major) untuk negeri telah dimulakan. Jaringan trabas piawai dan kawalan trabas juga ditubuhkan dan peta yang boleh dikatakan jitu yang pertama mula dicetak dan dikeluarkan. dalam tahun 1928 pula fungsi pendaftaran yang sebelum ini diurus dan ditadbir oleh Mahkamah Tinggi (*Supreme Court*) telah diambil alih oleh Jabatan Tanah.

* Pelajar Tahun Akhir
Sarjana Muda Ukur Tanah, 1993

Dengan adanya penggunaan tanah yang semakin meningkat maka pengeluaran hakmilik tanah juga semakin meluas. Ini telah meningkat lagi kerja-kerja ukur kadester. Dengan yang demikian satu sistem pengukuran untuk tujuan penghasilan peta dan pelan mula diperkenalkan. Bes untuk penentuan rujukan pengukuran telah ditetapkan di kawasan Kuching yang dinamakan Kuching Base. Dari sinilah aktiviti pengukuran terus berkembang ke seluruh negeri Sarawak.

2.0 PERKEMBANGAN SISTEM PENGUKURAN KADESTER DI SARAWAK

Kerja-kerja pengukuran di Sarawak bermula sejak awal tahun 1920an. Garis dasar yang mula-mula di ukur ialah di Bahagian Kuching. Kaedah penentuan Latitud dan Longitud yang digunakan untuk penentuan bering ialah dengan kaedah Astrofix. Dengan berlakunya perkembangan dalam kerja-kerja pengukuran, satu sistem pengukuran yang melibatkan jaringan triangulasi bagi tujuan kawalan kerja-kerja ukur diperingkat rendah yang sesuai telahpun difikirkan. Dengan yang demikian pada tahun 1931 penubuhan rangkaian Triangulasi dan juga trabas plawai untuk tujuan pengukuran kerja-kerja ukur kadester dan lain-lain disiplin ukur telah dilakukan.

Pada mulanya pengukuran kadester di Sarawak di lakukan dalam sistem unjuran CASSINI-SOLDNER. Sistem unjuran ini dipilih memandangkan keperluan semasa dan kesesuaiannya ketika itu. Dengan perkembangan pengukuran yang pesat berlaku dan timbul pula beberapa masalah sistem yang dilaksanakan dan juga kelambatan penghasilan kerja, sistem yang ada telah ditukar kepada sistem unjuran Bentuk Benar Serong Di Tepati (BBST) atau *Rectified Skew Orthomorphic Projection* (RSO). Ini telah memudahkan pentadbiran diperingkat Ibu Pejabat Tanah dan Ukur terutama bagi penyelarasan dalam kedua-dua bidang disiplin ukur iaitu ukur pemetaan dan ukur kadester. Aspek lain ialah masalah pertindihan koordinat yang berlaku dipertemuan dua origin dalam sistem CASSINI yang telah merumitkan urusan diperingkat pengurusan pejabat dan juga pengukuran di lapangan. Fenomena ini telah melambat dan merumitkan kerja yang dilakukan.

Selain daripada itu penggunaan unjuran CASSINI yang bukan orthomorphic didapati kurang sesuai untuk kawasan yang luas dan memanjang. Dengan yang demikian penggunaan sistem BBST (Hotine) diperkenalkan di British Borneo. Unjuran ini juga telah digunakan untuk Semenanjung Malaysia (Brazier). Dengan pengubahsuaian terhadap unjuran tersebut, ianya telahpun ditetap dan dilaksanakan untuk Borneo amnya dan Sarawak khususnya.

Oleh yang demikian dengan terlaksananya unjuran BBST dalam ukur kadester di Sarawak tahun 1968, semua kerja-kerja ukur yang ada dalam sistem CASSINI telah ditukar kepada sistem BBST. Cawangan hitungan telah diarah untuk menghitung semula koordinat trabas kadester pada peringkat rendah dari CASSINI ke BBST. Segala arahan pengukuran kerja ukur baru mesti dilakukan pengukurannya dalam sistem BBST. Tiada lagi arahan pengukuran yang ada dalam sistem CASSINI patut di ikat ke BBST dan hitungan semula dilakukan.

2.1 Rujukan Pengukuran Cassini-Soldner

Garis dasar yang mula-mula diukur di Sarawak ialah "Kuching Base Line" yang terletak di bahagian dan kemudian "Merudi Base Line" yang terletak di bahagian Miri iaitu 330 batu dari Kuching. Bagi Sabah pula garis dasarnya ialah *Jeselon Base*. Ketiga-tiga garis dasar ini adalah berdasarkan kepada piawaian Malayan ketika itu. Dari garis dasar ini bermulanya jaringan triangulasi untuk negeri Sarawak.

Pada tahun 1948, jaringan triangulasi primer untuk British Borneo terbahagi kepada tiga bahagian:-

- a) Sarawak Timur (Western Sarawak)
- b) Sarawak Barat (Eastern Sarawak), Brunei dan Labuan
- c) Sabah (British North Borneo)

Bahagian (a) dan (b) telah dilaraskan seperti yang terdapat dalam "The Triangulation of Sarawak 1931-1938" dan dalam "The Traingulation of Brunet" (Bridges), yang dicetak di Kuala Lumpur 1937. Hasil Jaringan Triangulasi untuk negeri Sarawak berdasarkan dua origin iaitu "Western Base" bagi mengawal jaringan bahagian Timur negeri Sarawak dan "Eastern Base" bagi pengawalan jaringan triangulasi kawasan bahagian barat negeri Sarawak. Manakala bagi negara Brunei Darul Salam tanya dikawal oleh sistem jaringan "Eastern Sarawak".

Dalam tahun 1947 ternyata pembahagian Sarawak kepada dua bahagian rujukan (origin yang berlainan) akhirnya telah membawa kepada kekeliruan dan "The Directorate of Colonial Surveys" atas persetujuan bersama telah menyerahkan tanggungjawab tersebut kepada Jabatan Ukur dan melakukan pelarasan semula Triangulasi Primer untuk Borneo dengan menggunakan data cerapan yang asal. Dengan penyerahan tersebut semua kerja ukur negeri dibawah pengendalian jabatan Tanah dan Ukur Sarawak.

2.2 Sistem Koordinat Segieempat di Sarawak

Negeri Sarawak pada mulanyamempunyai tiga sistem koordinat segiempat. Pengukuran Hakmilik biasanya dilakukan dengan menggunakan koordinat dan rujukan meridian di mana pengukuran tertentu dilakukan. Ini terutama kerja-kerja pengukuran yang melibatkan pengukuran kelas pertama dan kedua.

Seperti juga di Semenanjung Malaysia, Sarawak mempunyai dua sistem unjuran iaitu Unjuran Bentuk Serong Benar di Tepat (BBST) dan Unjuran CASSINI-SOLDNER. Kerja-kerja ukur pemetaan menggunakan sistem unjuran BBST bagi penghasilan sesuatu peta. Manakala kerja-kerja ukur kadaster unjuran CASSINI digunakan. Bagi sistem unjuran CASSINI ada terdapat dua datum telah ditubuhkan iaitu "Kuching Base" dan "Miri Base". Sistem koordinat bagi kedua-dua unjuran tersebut adalah seperti dalam Jadual 1.

a) Sistem Koordinat Unjuran CASSINI-SOLDNER

	a) Sistem Koordinat Unjuran CASSINI-SOLDNER		b) Sistem Koordinat unjuran BBST
Unjuran:	i) <u>Kuching Base</u> Cassini-Soldner	ii) <u>Miri Base</u> Cassini-Soldner	Bentuk Benar Serong Ditepati
Spheroid:	Segieempat spheroidal Everest 1 st Figure	Segieempat spheroidal Everest 1 st Figure	Everest 1 st Figure
Unit Pengukuran:	Rantai	Rantai	Meter (I. S. O.)
Rujukan:	Origin Baratan - 111°	Origin Timuran 114°	115 Barat Greenwich 4°
Skala:			Utara 0.99984
Koordinat	0 Rantai Timuran	0 Rantai Timuran	2,590,476.87 m Timuran
Rujukan:	0 Rantai Utaraan	0 Rantai Utaraan	5,442,857.65 m Utaraan

Rajah 1:

2.3 Sistem Unjuran Bentuk Benar Serong Di Tepati (BBST)

Bagi unjuran bentuk benar (orthomorphic), kawasan yang hendak diunjurkan hendaklah tidak terlalu melebar dari garisan tengah Meridian atau garisan permulaan unjuran. Keadaan ini bertujuan mengelakkan masalah herotan yang terlalu ketara. Bagi British Borneo khususnya sejak tahun 1950 garisan permulaan serong atau *initial lene skew* telah mula diperkenalkan bersesuaian dengan bentuk British Borneo yang merangkumi Sarawak, Brunei dan Sabah.

Bagi Sarawak, meskipun sepatutnya garisan permulaan diorientasikan arah utara benar, namun arah garisan telah ditetapkan merentasi memanjang melalui bentuk mukabumi Sarawak terletak dipertengahan di antara persisiran pantai dan sempadan Indonesia/Sarawak. Pelaksanaan unjuran tersebut terpaksa memenuhi beberapa persamaan tertentu bagi memudahkan pengiraannya. Dalam kes ini garisan oermulaan telah dipilih dan ditetapkan melalui origin ($4^{\circ} 00' \text{ U}$, $115^{\circ} 07' \text{ T}$) pada azimut $53^{\circ} 18' 50''.9537 \text{ T}$ Utara Benar. Bering grid untuk garisan permulaan ialah $53^{\circ} 07' 48''.368$ dan tanjennya $\frac{4}{3}$.

Origin sistem koordinat serong ini tidak sama dengan origin unjuran sebenarnya, akan tetapi ianya menggunakan origin palsu yang terletak di titik sepanjang garisan permulaan di selatan khatulistiwa ada $109^{\circ} 41' 18''$. Ini dilakukan demi untuk mengelakkan nilai negatif koordinat BBST. Walaupun demikian masih juga terdapat sebahagian kecil kawasan di sebelah timuran Sarawak mempunyai nilai nilai negatif pada koordinat Timuran.

Dengan koordinat serong, X sentiasa positif sementara Y positif arah ke tenggara dan negatif arah ke barat-laut garisan permulaan hitungan mudah dilakukan.

DATA UNJURAN

Unjuran:	Bentuk Serong Benar ditepati (BBST)
Spheroid:	Modified Everest, dimensi adalah seperti berikut:-
	$a = 6,377,298.56 \text{ metres}$
	$f = \frac{1}{300.8017}$
bilamana e^2 (atau k^2)	$= 0.0066378466302$
Unit Pengukuran: - 1Chain	$= \text{Metre (I. S. O.)}$
Origin:-	$= 4^{\circ} 00' \text{ N}, 115^{\circ} 00' \text{ E of Greenwich}$
Faktor skala pada Origin:	$= 0.99984$
Koordinat pada Origin:	$= \text{E } 2,590,476.87 \text{ m}$
	$= \text{N } 5,442,857.65 \text{ m}$
Garisan permulaan bagi Unjuran:	Merentasi Origin pada Azimut
	$53^{\circ} 18' 56''.9537$ (Timur Utara Benar)
Datum:	Timbalai (1948)
Had Jadual:	Utara - selari pada 8° N
	Timur - Meridian pada $109^{\circ} 30' \text{ E}$
	Selatan - selari pada $0^{\circ} 50' \text{ N}$
	Barat - Meridian pada $119^{\circ} 30' \text{ E}$
Koordinat BBST bagi Origin unjuran (Origin Palsu)	
	$\text{E} = 2,590,476.87 \text{ m}$ dan $\text{N} = 5,442,857.65 \text{ m}$
atau Koordinat serong (Origin Palsu)	
	$x = 36\,690.5954 \text{ Chains}$ dan $y = 0 \text{ Chains}$

Nota: Rujuk Lampiran I bagi melihat penentuan Garisan Permulaan Unjuran BBST bagi Negeri Sarawak

3.0 PERLAKSANAAN SISTEM UNJURAN BBST DI SARAWAK

Sejak pengenalan Unjuran Bentuk Benar Serong di Tepati (BBST) di Sarawak, penggunaan sistem lama iaitu Unjuran CASSINI-SOLDNER yang telah diamalkan telah mula ditukarkan kepada sistem unjuran BBST terutama dalam kerja-kerja ukur kadaster dengan cara berperingkat. Proses pertukaran ini agak memakan masa memandangkan sistem yang ada sudah dilakukan dalam sistem CASSINI-SOLDNER dan juga kakitangan ukur yang ada. Akan tetapi sejak tahun 1968 semua stesen pengukuran utama (major survey) diperingkat Jaringan kawalan Primer dan Skunder dan juga beberapa ukuran trabas untuk kerja kadaster telahpun ditukar kepada Unjuran BBST.

Kini semua kerja pengukuran dan hitungan dilakukan dalam sistem Unjuran BBST dan tidak ada arahan yang dibuat bagi menggunakan unjuran CASSINI-SOLDNER. Oleh yang demikian dengan adanya arahan dalam penggunaan unjuran BBST, kini semua kerja ukur dilapangan dilakukan dalam unjuran BBST dan apa jua pengukuran lama yang masih dalam sistem unjuran CASSINI-SOLDNER patut di tukar kepada sistem baru yang ada.

3.1 Sebab-sebab Perlaksanaan Unjuran BBST

Perlaksanaan sistem BBST adalah berdasarkan beberapa sebab. Ini termasuklah kelemahan yang terdapat pada sistem lama iaitu Sistem Unjuran CASSINI-SOLDNER yang telah diamalkan. Seperti apa yang diamalkan di Sarawak, unjuran CASSINI hanya ada dua Origin iaitu (Western Base) Kuching Base dan Merudi base (Eastern Base). Keadaan ini sangat berbeza dengan apa yang telah diamalkan di Semenanjung Malaysia dimana adanya 10 Origin untuk mengawal seluruh Semenanjung Malaysia (Rujuk Table 1 dalam Lampiran II) sedang keluasan Sarawak hampir menyamai keluasan Semenanjung Malaysia. Kelemahan pada sistem CASSINI ialah ianya hanya sesuai untuk kawasan yang kecil bagi mengekalkan bentuk yang baik supaya kurangnya masalah herotan dan bukan kawasan yang luas dan memanjang. Kesan daripada fenomena ini didapati bahawa setelah pengukuran bertemu hasil dari ikatan dua origin tersebut di satu titik pertemuan, nilai dua koordinatnya berbeza begitu ketara sekali.

Selain dari itu, sistem Unjuran Cassini yang telah diamalkan adalah tidak 'orthomorphic' dan ini tidak sesuai untuk diamalkan terhadap kawasan yang luas dan memanjang seperti Borneo (Brazier, 1948).

Keadaan seumpama ini boleh menjejaskan kelicinan kerja-kerja pengukuran di kawasan tersebut disamping membawa kepada kekeliruan terhadap nilai koordinat bagi titik yang dihasilkan. Pentadbiran tanah di kawasan yang terbabit juga terjejas dan menghadapi masalah terutama apabila berlakunya cantuman, pembahagian dan sebagainya terhadap bidang tanah di kawasan yang mana koordinatnya mempunyai dua nilai yang berlainan.

3.3 Kaedah Perlaksanaan Sistem Unjuran BBST di Sarawak

Perlaksanaan Sistem Unjuran BBST di Sarawak dilakukan secara berperingkat-peringkat. Ini termasuklah peringkat:-

- i) hitungan pelarasan
- ii) hitungan dengan formula
- iii) pengukuran dari stesen baru
- iv) pengukuran minima

dimana;

$$X = N_{cs} - N^0_{cs}$$

$$Y = E_{cs} - E^0_{cs}$$

$$x = \frac{X}{10000}$$

$$y = \frac{Y}{10000}$$

N_{cs}, E_{cs} - Koordinat Cassini-Soldner Negeri

N^0_{cs}, E^0_{cs} - Koordinat Cassini-Soldner bagi Rujukan Negeri

N^0_{RSO}, E^0_{RSO} - Koordinat BBST yang sepadan dengan Rujukan Negeri

R_j, A_i, B_i - parameter transformasi

b) Koordinat BBST ke Koordinat CASSINI-SOLDNER

$$N_{cs} = N^0_{cs} + X - (R_1 + xA_1 + yA_2 + xyA_3 + x^2A_4 + y^2A_5)$$

$$E_{cs} = E^0_{cs} + Y - (R_2 + xB_1 + yB_2 + xyB_3 + x^2B_4 + y^2B_5)$$

dimana;

$$X = N_{cs} - N^0_{cs}$$

$$Y = E_{cs} - E^0_{cs}$$

$$x = \frac{X}{10000}$$

$$y = \frac{Y}{10000}$$

Dalam kontek apa yang telah dilakukan di Sarawak ada sedikit kelainan dari apa yang diamalkan di Semenanjung Malaysia seperti mana formula di atas. Di Sarawak formula yang digunakan ialah seperti;

$$E = Cx + PX - QY + A(X^2 - Y^2) - 2BXY$$

$$N = Cy + PY + QX + B(X^2 - Y^2) + 2AXY$$

dimana;

$$Cx = E - PX + QY - A(X^2 - Y^2) + 2BXY$$

$$Cy = N - [Y + QX + B(X^2 - Y^2) + 2AXY]$$

Semua parameter yang ada boleh dicari dan parameter tersebut mempunyai nilai yang berlainan mengikut Bahagian yang tertentu. Di bawah diberi nilai parameter untuk Bahagian Kuching dan Bahagian Limbang. Untuk mendapat nilai parameter di atas sila rujuk Lampiran III.

i) Bahagian Kuching

$$E = Cx + PX - QY + A(X^2 - Y^2) - 2BXY$$

$$N = Cy + PY + QX + B(X^2 - Y^2) + 2AXY$$

$$Cx = +.0000328599 \quad Cy = -.0000320694$$

$$A = +.0000689742 \quad B = -.0004957163$$

$$2A = +.0001379484 \quad 2B = -.0009914326$$

$$P = +.9999409362 \quad Q = +.0002022630$$

Nilai konstan ialah $E + 146\,250.70 \text{ (m)}$
 $N + 221\,129.90 \text{ (m)}$

ii) Bahagian Limbang

$$E = Cx + PX - QY + A(X^2 - Y^2) - 2BXY$$

$$N = Cy + PY + QX + B(X^2 - Y^2) + 2AXY$$

$$Cx = -.0001097142 \quad Cy = +.0000435352$$

$$A = -.0000240501 \quad B = +.0020360771$$

$$2A = -.0000481002 \quad 2B = +.0040721542$$

$$P = +1.000322382 \quad Q = +.0013811298$$

Nilai konstan ialah $E + 479\,574.60 \text{ (m)}$
 $N + 387\,284.80 \text{ (m)}$

Nota: Untuk butiran lebih lanjut rujuk Lampiran III

III) Pengukuran dari stesen baru

Bagi pengukuran baru yang dilakukan, pengukuran hendaklah dimulakan dengan stesen yang telah mempunyai nilai rujukan dalam sistem BBST. Rujukan-rujukan yang telah diistiharkan oleh pihak Ibu Pejabat, Jabatan Tanah dan Ukur Sarawak akan digunakan. Contohnya seperti rujukan dari kawalan trabas "Geodimeter Travers Station" (STG). "Standard Survey" (SS) dan juga kawalan blok yang biasa yang merupakan pecahan dari trabas STG dan SS yang dilakukan oleh Pejabat Bahagian. Untuk memastikan semua kerja ukur dilakukan dalam sistem BBST berjalan dengan baik dan dipatuhi, semua arahan ukuran yang dikeluarkan oleh Jurukur akan dibuat arahan pengukuran dalam sistem unjuran BBST.

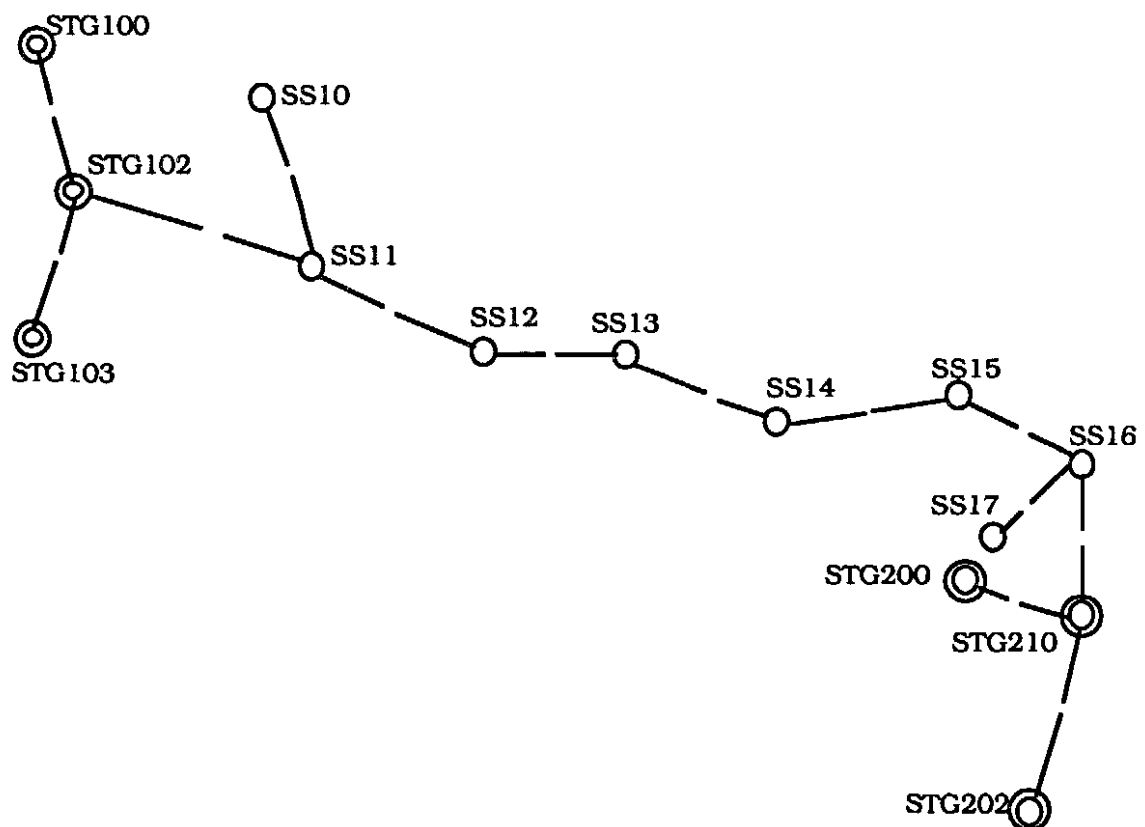
Perlaksanaan sistem unjuran dengan cara ini tidaklah menghadapi masalah yang baik memandangkan kaedah pengukuran yang dilakukan sama seperti yang biasa diamalkan dalam sistem CASSINI. Hanya apa yang perlu dilakukan di lapangan ialah memastikan datum yang hendak digunakan untuk memulakan kerja mesti dalam sistem BBST.

IV) Pengukuran Minima

Pengukuran minima ini dilakukan untuk menukar nilai trabas yang ada dalam sistem unjuran CASSINI kepada BBST. Apa yang perlu dilakukan ialah menghubungkan permulaan dan akhiran trabas lama yang masih dalam sistem Cassini kepada sistem unjuran BBST. Hitungan semula boleh dilakukan terhadap cerapan trabas baru (new connection observation) dengan nilai cerapan lama (dalam CASSINI-SOLDNER) dengan origin BBST sebagai datum rujukan. Di sini peraturan pengukuran yang sepatutnya dipatuhi mestilah diikuti seperti memastikan tiga stesen rujukan permulaan dan akhiran dari sistem Cassini dan BBST berapa dalam kedudukan baik dan boleh diterima dalam had yang telah ditetapkan mengikut kelas yang dikehendaki. Lihat rajah di bawah untuk menjelaskan keterangan di atas.

Hitungan semula akan dilakukan di atas helaian bering (bearing sheet) dan helaian trabas (traverse sheet) untuk mendapatkan nilai koordinat baru dalam sistem BBST bagi stesen lama yang dulunya dalam sistem CASSINI-SOLDNER melalui kaedah hitungan latit dipat. Rujuk Rajah 1.

Rajah 1: Contoh Pengukuran Minima



NOTA:

Stesen STG100, STG101, STG102, STG103, STG200, STG201 DAN STG201 adalah dalam sistem BBST dan merupakan origin pengukuran yang dilakukan.

Stesen SS10, SS11, SS12, SS13, SS14, SS15, SS16 dan SS17 adalah dalam sistem CASSINI.

4.0 KELAS PENGUKURAN KADESTER DI SARAWAK

Dalam kerja pengukuran kadester diperingkat bahagian di Sarawak, ianya melibatkan empat kelas iaitu pengukuran trabas piawai, ukur kelas pertama, kedua dan ketiga. Pengkelasan pengukuran tersebut berdasarkan kepada kejitian yang ditetapkan dan juga penggunaanya berdasarkan kepada keperluan pengukuran yang dilakukan.

4.1 Pengukuran Trabas Piawai

Pengukuran trabas piawai dibentuk bagi tujuan pemecahan sistem triangulasi primer, skunder dan juga kawalan jaringan kawasan bandar. Trabas piawai ini dikhas kepada pengukuran STG dan SS. Spesifikasi kejitian rujuk kepada Lampiran IV.

4.2 Pengukuran Kelas Pertama

- 1) Bagi pengukuran kelas pertama ianya merangkumi kerja-kerja:-
 - a) Semua pengukuran kadester bagi kawasan Bandar dan Suburban Land dan juga pengukuran kadester di kawasan luar bandar yang melebihi 100 ekar (termasuk *Native Communal* dan Tanah simpanan kerajaan).
 - b) Kawalan trabas yang dirangkakan bagi pengawalan kedudukan dan azimut pengukuran kelas kedua dan ketiga.

Spesifikasi kejitian adalah seperti dalam Lampiran V.

4.3 Pengukuran Kelas Kedua

Pengukuran kelas kedua merangkumi kerja ukur yang melebihi 20 ekar di kawasan luar bandar. Ianya juga merupakan kawalan trabas subsidiari dan untuk tujuan mengikat (*connection*) kerja-kerja pengukuran kelas yang lebih rendah daripadanya, seperti ukuran kelas ketiga. Buat masa ini kelas kedua jaring dilakukan pengukurannya dan kebiasaannya pengukuran kelas pertama diutamakan. Spesifikasi kejitian rujuk Lampiran VI.

4.4 Pengukuran Kelas Ketiga (PC Survey)

Pengukuran kelas ketiga melibatkan kerja ukur sempadan lot di kawasan luar bandar. Ia dilakukan pengukurannya dalam lingkungan rangka atau dikawal oleh pengukuran kelas pertama dan kedua dengan had densiti 40 rantai. kelas pengukuran ini tidak digunakan untuk mengukur sebarang lot dengan keluasan 20 ekar atau lebih. Pengukuran Kelas ketiga ini juga digunakan untuk pengukuran lot-lot penempatan baru atau penempatan semula yang giat dan pesat dijalankan oleh kerajaan Sarawak hari ini. Dengan penggunaan kelas ketiga ini kerja-kerja pengukuran lebih cepat dijalankan dan Sijil Pendudukan Sementara (TOL) dapat dikeluarkan dengan lebih banyak. Kejitian pengukuran adalah rendah dan pengukuran dilakukan dengan menggunakan kompas prisma sahaja. (Rujuk Lampiran VII). Semua pengukuran akan diikat pada pengukuran kawalan kelas kedua atau kelas pertama.

5.0 PROSIDUR PENGUKURAN DAN PEMBUKUAN DALAM UKUR KADESTER

Dalam kerja-kerja ukur kadester pembukuan yang diamalkan di Sarawak pada hari ini formatnya agak berbeza dengan apa yang diamalkan di Semenanjung Malaysia. Format pembukuannya agak bebas dan mudah. Format pembukuan bagi

kelas pertama dan kedua berbeza dengan kelas ketiga (PC Survey). Kedua-dua format pembukuan kelas pertama dan kedua hitungan bering dan jarak dilakukan dalam helaian yang berlainan dan setelah nilai muktamat diperolehi baru nilai tersebut dimasukkan ke dalam buku kerja. Semua nilai muktamat ditulis dalam dakwat warna merah. Contoh-contoh pembukuan boleh dirujuk dalam Lampiran VIII.

6.0 KESIMPULAN

Sejak perkembangan pengukuran di Sarawak bermula dari tahun 1920an, pertukaran sistem pengukuran dari Cassini ke BBST dalam kerja ukur kadaster telah membawa kepada perubahan kepada bukan sahaja sistem unjuran yang digunakan malah sistem pembukuan, kerja pengukuran di lapangan jarang sekali menggunakan cerapan matahari untuk mendapatkan azimut kesan daripada penubuhan trabas kawalan yang mencukupi sebagai datum pengukuran. Semua ini telah membawa kepada kemajuan dari segi penghasilan kerja dan juga penyelarasan kerja diperingkat Ibu Pejabat dan Pejabat Bahagian dapat diselaraskan.

Dengan pembangunan yang pesat di Sarawak pada hari ini telah menyebabkan banyak kerja ukur yang ada diswastakan. Contohnya, diantara tahun 1981 ke tahun 1987 sejumlah RM4,122,162.00 telah dibelanjakan untuk tujuan penswastan tersebut. Selain daripada itu kerja-kerja ukur sempadan antarabangsa, pengukuran geodetik dan ukur atas jitu telah juga diserahkan kepada pihak Persekutuan (Pemetaan).

Oleh yang demikian pengukuran di Sarawak telah berjaya melangkah satu tapak lagi dalam proses sistem pengukuran yang sedia ada, terutamanya dalam pengukuran kadaster. Kini bagi memantapkan lagi pengukuran yang sedia ada dan dengan kemajuan teknologi satelit, penggunaan GPS mula diperkenalkan bagi mengawal jaringan triangulasi dan seterusnya memajukan teknologi pengukuran yang sudah lama berkembang di Sarawak.

BAHAN RUJUKAN:

- 1) A. F. Porter, (1967) Land Administration In Sarawak
- 2) G. C. Stubbs, (1947) Malayan Map Projection and Military Grids, Malayan Survey Department
- 3) H. H. Brazier, A Skew Orthomorphic Projection with Particular Reference to Malaya Conference of British Commonwealth Survey Officers, 1947.
- 4) Jabatan Tanah dan Ukur Sarawak, (1967) Development Control Standards
- 5) Jabatan tanah dan Ukur Sarawak, (1968) Land and Survey Department, survey Branch Manual.
- 6) Jabatan Tanah dan Ukur Sarawak, (1968) Survey Division Manual, Part I dan Part II.
- 7) K. M. Chan, (1979) History of the Malaysian Survey Department. The Surveyor Volume 14 No. 2.
- 8) Land Code (Sarawak Cap. 81), 1988.